



Hvernig virkar heimurinn? **Um tilurð og notkun námspilsins í eðlis- og efnafræði**

Elfa Ýrr Eðvaldsdóttir
Hildur Arna Håkansson

Lokaverkefni til B.Ed.- prófs
Háskóli Íslands
Menntavísindasvið



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Hvernig virkar heimurinn?
Um tilurð og notkun námspilsins í eðlis- og efnafræði

Elfa Ýrr Eðvaldsdóttir
Hildur Arna Hákansson

Lokaverkefni til B.Ed.- prófs í Grunnskólakennarafræði
Leiðsögukennari: Haukur Arason

Kennaradeild
Menntavísindasvið Háskóla Íslands
Júní 2011

Hvernig virkar heimurinn?

Ritgerð þessi er 10 eininga lokaverkefni til B.Ed.-prófs við Kennaradeild Menntavísindasviðs Háskóla Íslands.

© 2011 Elfa Ýrr Eðvaldsdóttir og Hildur Arna Håkansson
Ritgerðina má ekki afrita nema með leyfi höfunda.

Prentun: Prentsmiðja Háskóla Íslands
Reykjavík, Ísland 2011

Ágrip

Greinargerð þessi er hluti af lokaverkefni okkar sem er hönnun námspils í eðlis- og efnafræði. Spilið heitir *Hvernig virkar heimurinn?* og er ætlað nemendum á unglingastigi grunnskóla en möguleiki er að nýta það á miðstigi, einna helst í 7. bekk.

Spilið er spilað af liðum eða hópum og ýtir þannig undir það að nemendur vinni saman en stuðlar ekki að of mikilli samkeppni nemenda. Verkefnin eru af tólf gerðum, allt frá spurningum til leikrænnar tjáningar og tilrauna. Fjölbreytileikinn er því mjög mikill og verkefnin tengjast fjölda kennsluaðferða.

Markmið spilsins er að nemendur öðlist skilning á námsefni í eðlis- og efnafræði á fjölbreyttan og skemmtilegan hátt með því að sjá og upplifa hlutina. Þá á spilið að ýta undir læsi og hugtaka- og tungumálaskilning á náttúrufræðihugtökum með því að nemendur þurfa að tjá sig um og með hugtökum í eðlis- og efnafræði.

Spilið gerir ráð fyrir að kennari sé stjórnandi og dómari svo að á verkefnunum eru ekki svör heldur fylgja kennaraleiðbeiningar sem gefa dæmi um svör. Verkefnin eru einnig hugsuð til að nýtast sem kveikjur og kennsluhugmyndir fyrir kennara.

Þakkarorð

Við vinnu þessa verkefnis höfum við notið góðs stuðnings leiðbeinanda okkar, Hauks Arasonar og viljum við því þakka honum kærlega fyrir góð ráð og uppbyggilegar athugasemdir. Nemendum í 9. bekk Hraunvallaskóla viljum við þakka fyrir prófun á spilinun en þeir hjálpuðu okkur í að móta spilið af einstakri jákvæðni og áhugasemi. Feðrum okkar, Eðvaldi Valgarðssyni og Augusti Håkansson, viljum við þakka fyrir yfirlestur á greinargerðinni og Andra Buchholz fyrir yfirlestur á verkefnum og kennaraleiðbeiningum. Að lokum viljum við þakka öðrum aðstandendum sem sýndu okkur þrotlausan stuðning, veltu fyrir sér hugmyndum með okkur og voru tilraunadýr okkar.

Efnisyfirlit

Ágrip	4
Þakkarorð	5
Inngangur	7
Fræðilegur hluti.....	9
Gildi spila og leikja.....	9
Almennt um gildi leikja og spila.....	9
Gildi leikja og spila í námi.....	10
Vísindalæsi og tungumál náttúrufræðinnar.....	11
Verkleg kennsla í náttúrufræðum.....	13
Hópvinnubrögð	15
Umræðu- og spurnaraðferðir.....	16
Tenging við kennslu.....	17
Tenging spilsins „Hvernig virkar heimurinn?“ við fræðin	17
Notkun spilsins.....	17
Kennsluaðferðir og spurningategundir	18
Bloom - skilningur en ekki minnisspurningar	21
Reynsla af notkun spilsins	22
Lokaorð.....	23
Heimildir	25

Inngangur

Þegar við fæðumst höfum við enga þekkingu á umheiminum, við erum rétt eins og autt blað sem er algerlega ósnert. Með tímanum verður til þekking sem við söfnum frá umhverfinu. Mamma og pabbi gefa mér nafn sem ég fer að sýna viðbrögð við. Hlutir fá nöfn og merkingu. Línurnar á blaðinu eru misjafnar eftir einstaklingum. Við lærum mishratt, mismikið og á mismunandi vegu. En þó fylgja línurnar oftast svipuðu mynstri. Öll leikum við okkur einhvern veginn, en kyn, aldur og menning gerir leikhætti og leikföng frábrugðin. Eftir því sem við leikum okkur meira og skoðum hluti nánar tengjum við betur saman þá hluti sem við höfum áður séð og upplifað. Getur verið að leikur sé ein af þessum línunum á blaðinu sem allir hafa? Eru leikir til þess að læra af, eru þeir skemmtun eða geta þeir verið bæði?

Í þessari greinargerð fjöllum við um lokaverkefni okkar til B.Ed. gráðu sem er námspil í eðlis- og efnafræði. Spilið fékk heitið *Hvernig virkar heimurinn?* og er fyrst og fremst ætlað nemendum á unglingsstigi grunnskóla en einnig má nýta það í 7. bekk. Spilið samanstendur af þrem hlutum, verkefnum, kennaraleiðbeiningum og tilraunakassa með innihaldi sem tengist verkefnum.

Spilið er spilað af liðum eða hópum til að ýta undir hópvinubrögð nemenda, samræður og heilbrigða samkeppni. Verkefnategundirnar eru tólf talsins og koma inn á ýmsar kennsluáferðir og höfða þannig til mismunandi lærdómseiginleika nemenda. Með því er verið að taka tillit til fjölbreyttra nemendahópa og þarfa þeirra. Í nútímasamfélagi er mikilvægt að kenna nemendum lýðræðisleg vinnubrögð svo sem að virða skoðanir annarra, rökstyðja eigin skoðun og fagna fjölbreytileikanum sem fylgir. Spilið hefur það að markmiði að nemendur öðlist skilning á námsefni í eðlis- og efnafræði á fjölbreyttan og skemmtilegan hátt með því að sjá og upplifa hlutina. Þá á spilið að ýta undir læsi, hugtaka- og tungumálaskilning á náttúrufræðihugtökum. Það er gert með því að láta nemendur tjá sig um eðlis- og efnafræðitengd fyrirbæri með hugtökum sem tengjast þeim. Verkefnin gera ráð fyrir að kennari sem hafi þekkingu á efninu stjórn og dæmi í spilinu. Þar af leiðir að svörin er ekki að finna á spjöldunum heldur fylgja með kennaraleiðbeiningar sem gefa dæmi um svör. Verkefnin má kennari einnig nýta sem kveikjur, upprifjun og kennsluhugmyndir.

Við val á viðfangsefni voru hugmyndir höfunda að búa til skemmtilegt, einfalt og fjölbreytt námsefni sem gæti nýst í grunnskólum landsins. Höfundar koma af tveim kjörsviðum, annars vegar náttúrufræðikjörsviði og hins vegar almennu kjörsviði. Því lá

beint við að búa til námspil í náttúrufræði. Við nánari athugun kom í ljós að ekki var mikið um spil tengd náttúrufræðum.

Efnisöflun fór þannig fram að fyrst fóru höfundar yfir þau spil sem þeir töldu skemmtileg og gætu nýst sem hugmyndir af verkefnum í spilin. Þá var námsefni fyrir unglingastigi grunnskóla skoðað og tegundir verkefna þar. Út frá því voru síðan búin til verkefni sem voru byggð á hinum ýmsu námsbókum á mið- og unglingastigi grunnskóla (Hafþór Guðjónsson, 2005, Helgi Grímsson, 2001-02 og Hurd o.fl, 1997-98), *Stop faking it!* seríunni (Robertson, 2002a, 2002b, 2003a, 2003b, 2005) sem er uppfull af góðum tilraunum og útskýringum á fyrirbærum náttúrufræðinnar auk þess að hugmyndir voru fengnar úr bókinni *Language and literacy in science education* (Wellington og Osborne, 2010). Fyrir greinargerðina var notað námsefni úr áföngum á Menntavísindasviði auk ritrýndra greina.

Við upphaf starfsins kynntum við okkur hin ýmsu spil, bæði námspil og almenn spil og notuðum aðferðina þankahríð til að hanna einfalt og þægilegt spil. Eftir þónokkrar stefnubreytingar fundum við okkar leið og úr varð að búa til spil án spilaborðs, teninga eða peða. Spilið er í grunninn spilabunki þar sem líkindi ráða því hvaða verkefni kemur upp. Hagkvæmnisástæður réðu meðal annars því að þessi ákvörðun var tekin. Okkur fannst verð á námspilum hátt og skildum vel að skólar ættu ekki aragrúann af þeim. Þegar kom að því að semja verkefni prófuðum við okkur áfram með það hvernig verkefnalýsingarnar gætu hljómað og hvaða viðfangsefni væri vert að nota. Undir lokin vorum við ákveðnar í að hafa tólf flokka sem áttu það sameiginlegt að tengjast eðlis- og efnafræði. Verkefnaflokkarnir fengu nöfnin: leiktu, talaðu, teiknaðu, 7 nei, tilraunir, dæmi um tilraunir, spurningar, eyðufyllingar, rétt og rangt, para saman, textabrot og hvað passar ekki?.

Meginmál þessarar greinargerðar skiptist í tvo kafla, fræðilegan hluta og tengingu við kennslu. Undir fræðilega hlutanum koma fimm undirkaflar sem fjalla um gildi spila og leikja, vísindalæsi og tungumál náttúrufræðinnar, verklega kennslu í náttúrufræði, hópvinubrögð og umræðu- og spurnaraðferðir. Meginmálshlutanum, sem ber nafnið tenging við kennslu, er skipt í tvo undirkafla, tenging spilsins „*Hvernig virkar heimurinn?*“ við fræðin og kennsluáðferðir og spurningategundir. Í fræðilega hlutanum er komið inn á þá þætti sem við teljum auka skilning nemenda á eðlis- og efnafræði. Læsi er hugtak sem öðlast hefur nýja og víðtæka merkingu, að minnsta kosti hvað varðar náttúrufræðigreinar (Hafþór Guðjónsson, 2008). Gaman er því að velta hugtakinu fyrir sér og hvaða merkingu það hefur í námsgreininni. Kaflinn sem tengir verkefnið við sjálfa kennsluna sýnir hvernig spilið nýtir þessa þætti og færir rök fyrir þeim. Þar sem aukin áhersla er á verklega kennslu

og læsi í náttúrufræðikennslu er fjallað um þá þætti. Einnig viljum við sýna fram á að hægt er að gera sniðuga hluti í náttúrufræðikennslu í almennum skólarýmum með litlum aðbúnaði og auka þannig áhuga nemenda á viðfangsefninu.

Fræðilegur hluti

Gildi spila og leikja

Almennt um gildi leikja og spila

Börn eru ekki einungis að líkja eftir hlutum í leik, eins og oft er talið heldur er leikur viðleitni þeirra í að aðlagast aðstæðum. Þar með læra börn að aðlagast umhverfinu með því að líkja eftir því sem þau sjá. Gróður og líkami okkar þarf á næringu að halda og eins þarf heilinn og vitsmunir okkar næringu. Leikir næra huga barna. Í fyrstu eru þeir án takmarkanna og reglna sem hið daglega líf býr yfir. Eftir því sem barnið verður eldra og fer að taka meiri þátt í samfélaginu fara leikirnir að þarfnast reglna og líkja því meira eftir raunveruleikanum að uppbyggingu en leikurinn er ennþá sjálfsprottinn. Þannig þróast leikmaðurinn frá því að vera sjálfhverfur í hugsunum og gjörðum, í þátttakanda í samfélaginu (Piaget, 1951:87-88).

Eftir því sem að heimurinn verður flóknari eykst gildi leikja fyrir þroska barna. Leikur eykur samskiptahæfni, minnkar streitu, eykur vitsmunalega þekkingu og ýtir undir forvitni á umhverfinu. Þá býr leikurinn til falinn heim þar sem hægt er að rannsaka hin ýmsu málefni sem tilheyra daglegu lífi. Börn þjálfa með leikjum þau hlutverk sem samfélagið býst við að þau taki að sér síðar meir, til dæmis prófa stelpur að leika mæður. Þannig öðlast börn reynslu í því að taka á ágreiningi um ýmis raunveruleg málefni og viðfangsefni sem þau myndu annars ekki upplifa fyrr en seinna. Þetta hjálpar barninu að undirbúa sig fyrir þátttöku í hversdagslífinu (Santrock, 1998).

Barn sem ekki leikur sér og þróar ekki með sér þann hæfileika að setja sig í spor annarra áttar sig þar af leiðandi ekki á afleiðingum gjörða sinna og er því verr statt félagslega en barn sem hefur meiri reynslu af að leika sér. Ung börn eru oft sjálfhverf á þann hátt að þau skilja ekki hugsanir, tilfinningar og ætlanir annarra. Þar sem þau hugsa bara um núíð og eru með sitt eigið sjónarhorn á heiminn skilja þau ekki félagslegar gerðir sín eða annarra. Eftir því sem þau eldast öðlast þau þennan hæfileika og eins og komið hefur fram er leikur einn þáttur í því að æfa sig. Sigmund Freud taldi leik vera leið barna til að túlka gremju, kynbundna þætti og kvíða. Skoðanir hans urðu til þess að leikur fór að vera notaður sem meðferð til að leysa tilfinningaleg vandamál. Þá hafa kennslufræðingar

notað hugmyndir Freud um að leikur leysi úr tilfinningalegum ágreiningi við lausn hegðunarvandamála nemenda (Williams og Fromberg, 1992: 229-232).

Þrátt fyrir miklar og fjölbreyttar rannsóknir á leikjum hafa vísindamenn ekki getað komist að einni sameiginlegri niðurstöðu um skilgreiningu á fyrirbærinu, til þess eru of margar breytur sem hafa áhrif á sýn þeirra. Það sem allir geta þó verið sammála um er að leikur sé ánægjuleg upplifun fyrir barnið sem ýtir undir þroska þess (Valborg Sigurðardóttir, 1991:11-17 og 107-109).

Gildi leikja og spila í námi

Í bókinni sinni *Litróf kennsluáðferðanna* segir Ingvar Sigurgeirsson (1999b) :

Námspil henta sérstaklega vel til að þjálfa reglur, rifja upp efni og festa í minni. Það er mikill misskilningur að leikir eins og þessir eigi aðeins erindi við lítil börn. Fólk á öllum aldri hefur gaman af því að spila. Námspil má ef til vill nota á öllum skólastigum grunnskólans og í flestum námsgreinum. (bls. 82).

Ýmsum leikjum og spilum sem börn þekkja má breyta þannig að þau nýtist sem kennslutæki. Dæmi um slíka leiki eru bingó, hengimann, Pictionary, Actionary og Alias. Reglur slíkra leikja eru vel þekktar af nemendum og þar sem þeir tengja þau oft við skemmtun má ætla að þeir gangi jákvæðir til verks. Leikir geta hentað vel hvenær sem er í námsferlinu. Sem kveikjur virka leikir þannig að þeir vekja forvitni nemenda. Leikir geta þá einnig nýst sem uppfylling til að hafa gaman af námsefninu eða í lokin til að draga efnið saman (Wellington og Osborne, 2010: 132-137).

Mikilvægt er að kennarar haldi spilagleðinni sem fylgir því þegar nemendur spila sjálfir spil. Þá njóta nemendur frekar reynslunnar og verða þar með áhugasamari fyrir námsefninu. Þetta geta kennarar ýtt undir með því að taka spil ekki of alvarlega og með því að leika sér með spilareglurnar. Oft koma nemendur með hugmyndir um hvernig má breyta spilum og er sjálfsagt að taka undir þær breytingar og leyfa þeim að prófa sig áfram. Það að nemendur fái að taka þátt í að búa til spil getur örvað áhuga þeirra enn frekar (Ingvar Sigurgeirsson, 1999b: 81-83).

Með notkun leikja í kennslu eykst samskiptahæfileiki nemenda og félagsleg færni. Þá ýta leikir undir samvinnu, reyni á hana. Nemendur læra jafnframt að fylgja reglum enda er það svo að í daglegu lífi eru ávallt einhver bönn sem ber að virða (Anna Jeppesen og Ása Helga Ragnarsdóttir, 2004: 50-51).

Spil og leikir eru eins misjöfn og þau eru mörg. Oft er það markmið spilsins sem ræður hvernig það er útfært en samkvæmt Sivasailam „Thiagi“ Thiagarajan sem skrifar ágríp fyrir Steve Sugar (1998) í bókinni *Games that teach* er það einkum þrennt sem

einkennir góð námspil. Hið fyrsta er tenging milli námsmarkmiðsins og markmiða leiksins. Tengingin verður að vera skýr, ekki bara fyrir kennaranum heldur einnig fyrir nemendum. Þannig vita þeir hvað er ætlast til að þeir fái út úr leiknum. Annar hlutur sem hann telur mikilvægan er sveigjanleiki. Leikurinn eða spilið má ekki ganga svo langt að taka visst langan tíma upp á mínútu eða að það þurfi nákvæman fjölda leikmanna. Reglurnar verður að vera hægt að sveigja svo hægt sé að nýta leikinn við sem flestar aðstæður. Í þriðja lagi verður leikurinn að hafa jafnvægi milli kunnáttu og heppni. Reyni leikurinn of mikið á heppnina eða það að nemendur læri svörin við spurningunum utanbókar verður leikurinn fljótt leiðinlegur og hættir að reyna á nemendur. Slík spil endast ekki til lengdar. Of mikil áhersla á kunnáttu getur valdið því að nemendur missi spilagleðina og finnist þeir vera í prófi. Það þarf því að finna hinn gullna meðalveg milli skemmtunar og alvarleika.

Í inngangi sömu bókar ræðir höfundurinn, Sugar (1998), um hvað hann telur að árangursríkir leikir þurfi að búa yfir. Samkvæmt honum þurfa leikir að vera notendavænir og auðskiljanlegir svo að nemendur séu fljótir að tileinka sér þá. Einfalt þarf að vera að breyta leikjunum með tilliti til þess efnis sem fjalla á um og ekki er verra ef auðvelt er að flytja leikinn milli aldurstiga. Leikirnir þurfa að vera skemmtilegir, krefjandi og ögrandi ásamt því að vera meðfærilegir.

Vísindalæsi og tungumál náttúrufræðinnar

Í inngangi að Aðalnámskrá fyrir grunnskóla um náttúrufræði og umhverfismennt er undirkaflí sem fjallar um vísindalæsi. Þar er meðal annars sagt: *“Áhersla er lögð á að nemendur séu vísindalæsir en þá er átt við að nemendur hafi það góðan skilning á náttúrufræðilegum hugtökum að þau nýtist þeim í daglegu líf, geri þá færa um að rata í nútímasamfélagi og taka skynsamlegar ákvarðanir í málefnum er varða tengsl manns og náttúru.”* (2007).

Að hugleiða orðið vísindalæsi vekur upp ýmsar spurningar. Fyrst og fremst hvaða merkingu seinni hluti orðsins, það er læsi, hefur. Í orðabók Eddu útgáfu (2007: 632, 597) er læsi skilgreint sem lestrarkunnátta eða það að kunna að lesa og orðið lesa merkir að geta ráðið úr leturtáknum svo þau myndi samfelld orð, setningar og mál. En er þetta svo einfalt?

Læsi, eins og það er notað í lestrarkennslu, er hæfileikinn til að umskrá stafatákn í hljóð annarsvegar og málskilningur, það að skilja hvað lesið er, hinsvegar. Sé öðrum þáttanna ekki náð telst einstaklingur ekki læs. Það er því ekki nóg að geta lesið texta heldur verður einstaklingur að skilja merkingu þess sem hann les (Stuart o.fl., 2009).

Í grein sinni *PISA, læsi og náttúrufræðimenntun* fjallar Hafþór Guðjónsson (2008) um merkingu orðsins læsi samkvæmt PISA. Þar kemur fram að læsi sé hæfileiki

einstaklings til að nýta fyrri þekkingu við nýjar aðstæður. Þá noti nemendur læsi til að rökstyðja hugmyndir sínar við ólíkar aðstæður. Læsi er þar með orðið meira en það að geta lesið og skrifað og er eitthvað sem við erum að þjálfva alla ævi. Hvað við erum að lesa skiptir þá máli. Í upphafi grunnskóla læra börn að lesa og búa til sögur. Þar af leiðir verða þau þjálfuð í umskráningu og málskilningi setninga í sögum. Jafnframt þurfa nemendur sömu æfingu fyrir annars konar texta, til dæmis blaðagreinar og vísindatexta..

Náttúrufræðikennari þarf því að kynna náttúrufræðitexta fyrir nemendum, uppbyggingu þeirra, orðalag og hvernig leggja má skilning í þá. Þörf er á að nýta ekki bara lestur heldur einnig ritun til að ná þessu fram. Slíkt má gera með hinum ýmsu kennsluáðferðum (Wellington og Osborne, 2010: 63-64).

Hugtakanám er talið skilvirkt við að læra náttúrufræði. Hugtök eru eitthvað sem verða til meðal annars af reynslu okkar. Þannig öðlast hugtök merkingu hjá barni þegar það sér hlut og foreldri lætur því í té hvaða fyrirbæri er þar á ferð. Sjái barn til dæmis fugl og foreldri segir að þetta sé bra bra býr barnið til skema um að þetta sé bra bra. Beri sama barn flugvél augum í fyrsta skipti er það víst til að kalla flugvélin bra bra. Foreldrið sér að þar er flugvél og útskýrir að þetta sé ekki bra bra heldur flugvél. Þar með þarf barnið að endurmeta þær upplýsingar sem það fékk áður og greina á milli hvað er bra bra og hvað er flugvél. Hugtök í náttúrufræðum geta þó verið erfiðari heldur en hugtök sem við notum oft, sérstaklega ef þau hafa þegar öðlast merkingu í daglega lífinu. Að læra náttúrufræði er þannig ekki ólíkt því að læra annað tungumál. Við þurfum að læra hvað orðin merkja, hvernig þau eru skrifuð og hvernig á að nota þau í setningum. Kennari verður að benda nemendum á þann mun sem er á notkun hugtaka í náttúrufræði og í daglegu tali. Sem dæmi má nefna að orðið þyngd hefur öðlast hversdagslega merkingu sem efnismagn hlutar en í náttúrufræðum er massi orðið sem notað er um efnismagn hlutar á meðan orðið þyngd hefur með hversu mikill þyngdarkraftur verkar á hlut. Kennari þarf því að vera meðvitaður um tungumál náttúrufræðinnar og hversu ólíkt það er daglegu tali. Þá getur verið misjafn skilningur á hugtökum milli barna eftir menningarlegum bakgrunni, samfélagslegum aðstæðum og reynslu. Til þess að nemendur öðlist skilning og reynslu á muni hugtakanna þarf kennari að vera duglegur í að fá nemendur til að tjá sig með hugtökum náttúrufræðinnar (Wellington og Osborne, 2010: 64-67 og Aðalnámskrá grunnskóla, 2007).

Forhugmyndir sem nemendur hafa um námsefni spila stóra rullu í hvernig þeim gengur að læra námsefnið. Hafi nemandi ranga forhugmynd um efni getur það orðið til þess að erfitt er að byggja ofan á hugmyndina þar sem nemandinn túlkar upplifun sína eða orð kennarans á aðra vegu en ætlað var (Hafþór Guðjónsson, 1991). Að skilja hugtak er ekki þannig að þú annað hvort skiljir það eða skiljir það ekki. Einstaklingur getur lagt einhverja

merkingu í hugtak og aukið hana jafnt og þétt með námi. Sem dæmi um þetta má nefna hugtakið súrefni. Einn nemandi getur lagt þá merkingu í það að það sé eitthvað sem við þurfum til að lifa af, annar að það sé loft, þriðji að það hafi formúluna O og fjórði að það þurfi súrefni til að kveikja eld. Hver af þessum nemendum getur svo aukið þá þekkingu sem hann hafði á súrefni eftir því sem hann lærir meira um efnið. Hér skipta forhugmyndir nemenda miklu og það að kennari kanni þær. Með því að spyrja nemendur hvað þeim dettur í hug þegar þeir heyra orðið súrefni getur hann orðið mikils vísari, bæði um rétta og ranga þekkingu nemenda sinna. Erfitt getur reynst kennara að kenna um viðfangsefni séu forhugmyndir rangar. Nemendur geta þá upplifað sig þannig að þeir skilji ekki námsefnið, verða neikvæðari gagnvart því og finnst það þar af leiðandi leiðinlegt. Þá er mikilvægt að fá nemendur til að rökstyðja svör sín til að sjá hvort virkilegur skilningur sé til staðar eða einfaldur páfagaukalærdómur sem nemendur geta ekki tengt neinni reynslu. Nemendur sýna fram á skilning með því að tengja saman fyrri reynslu, skapa samhengi á milli þeirra og gefa þannig hugtökum merkingu (Hafþór Guðjónsson, 1993).

Verkleg kennsla í náttúrufræðum

Þegar við lærum nýja hluti tengjum við þá ævinlega við eitthvað sem við höfum upplifað áður og vinnum þannig úr þeim upplýsingum sem okkur eru láttnar í té. Ef við höfum hinsvegar enga upplifun eða reynslu til staðar þarf að skapa hana og það má gera með því að nota verklega kennslu. Suma þekkingu öðlumst við úr menningu okkar, aðra frá foreldrum, enn aðra úr skólasamfélaginu og suma höfum við einfaldlega búið okkur til við að útskýra einhver fyrirbæri sem verða á vegi okkar. Þegar hamrað er á yfirferð einhverra vissra bóka er hætta á að við gleymum að leyfa nemendum að uppgötva og skoða hluti. En hvað ef upplýsingarnar úr bókunum hafa aðra merkingu fyrir barnið vegna forhugmynda þess? Er engin leið að aðstoða nemendur við að skilja þau lögmál sem ríkja í heiminum? Verkefni sem reyna á skilning nemenda og útskýringar þeirra verða oft til þess að hugsanir nemenda koma í ljós. Nemandi sem fær að skoða hvaða hugmyndir hann hefur, koma þeim í orð og takast á við hugsanir sínar er betur í stakk búinn til þess að meðtaka vísindalegar skýringar heldur en nemandi sem fær þær bara beint í æð úr bókum eða frá kennara. Að skoða forhugmyndir nemenda er uppspretta efniviðs í góðar umræður og athuganir. Umræður sem skapast geta oft orðið til þess að nemendur kenna hver öðrum (Hafþór Guðjónsson, 1991).

Uppeldis-, sálfræðingurinn og heimspekingurinn John Dewey taldi að börn lærðu af fyrri reynslu sinni og íhugunum. Reynslan skapaðist fyrst og fremst með því að vera

Þátttakandi í samfélaginu, af því að gera hluti (learning by doing) og íhuga gjörðir okkar. Með því breyttust hvatvísar hugsanir barna í tilgang fyrir gjörðum þeirra. Það ætti að fagna áhugamálum barna og veita þeim þann stuðning sem þau þurfa til að stuðla að lærdómi almennt. Með því að mynda umhverfi sem býður upp á samskipti og tækifæri til að skoða og túlka fyrirbæri er barn líklegra til að læra af reynslunni. Dewey taldi kennslu vera tæki til að ýta undir lýðræðislega hugsun, það að vera þátttakandi í samfélagi þar sem allir eiga rétt á sínum skoðunum. Þegar tenging er milli reynslu og lærdóms verður það að læra heildstætt ferli sem ýtir undir forvitni, eigin frumkvæði og það hvetur nemendur til að leita frekari þekkingar og reynslu (Williams og Fromberg, 1992: 76-77).

Verkleg kennsla er nátengd hugtakanámi því það að heyra orð og sjá fyrirbæri gefur þeim merkingu í huga nemenda. Eins og áður hefur komið fram er náttúrufræðin sérstakt tungumál sem mikilvægt er að þjálfar nemendur í og kenna þeim að nota. Verkleg kennsla hjálpar nemendum að tjá sig og ýtir undir að þeir noti tungumálið rétt (Hafþór Guðjónsson, 1993).

Í bók Ingvars Sigurgeirssonar (1999b: 86-91) *Litróf kennsluaðferðanna* er rætt um verklega kennslu. Þar segir að til að verkleg kennsla geti talist góð þurfi hún að notast við fjölbreyttar kennsluaðferðir, rétt eins og hver önnur kennsla. Þannig getur hún verið einstaklingsverkefni, hópverkefni, sýnikennsla, vettvangsferðir, vettvangsathuganir, umræðu- og spurnaraðferðir og svo mætti lengi telja. Markmið verklegrar kennslu er ávallt að þjálfar nemendur í vinnubrögðum, efla skilning og þjálfar nemendur í að leysa vandamál. Enn fremur einkenni það góða verklega kennslu að tenging sé milli þátta námsins og að nemendur viti markmið þess. Kennari þarf að gera sér grein fyrir að hann er fyrirmynd nemenda sinna og þarf því að vanda hugtakanotkun, skilning og málfar auk þess að vanda praktísku þættina svo sem umgengni og vinnubrögð. Góður vinnuandi verður að vera til staðar í hópnum og er það kennarinn sem getur almennt stýrt því hvernig andi hópsins er. Ef skilaboð kennara eru skýr og hann sýnir viðfangsefnum og hugmyndum nemenda áhuga eru líkur á því að kennslan geti gengið vel. Mikilvægt er að nemendum finnist ekki eins og hugmyndir þeirra séu ekki virtar viðlits og að kennari skapi þær aðstæður þar sem skoðanaskipti geta átt sér stað óhindrað milli nemenda. Takist það eru líkur á að nemendur geti hjálpað hver öðrum við að búa til þekkingu því oft veltir lítil þúfa þungu hlassi, með samvinnu getur það sem virtist í fyrstu vera flókið verið leikur einn. Þá er mikilvægt að kennari hrósi nemendum þegar vel gengur eða hugmyndir þeirra eru réttar eða á réttri leið.

Verkleg kennsla í náttúrufræði er þáttur sem seint verður ofmetinn. Vísindamenn fyrri tíða fengu ekki þekkinguna sína í sængurgjöf heldur varð hún til af því að skoða og velta fyrir sér fyrirbærum heimsins. Það virðist sumum nemendum þykja skrítíð. Það er því

á valdi kennara að kynna fyrir nemendum hvernig þekkingarsköpun á sér stað. Í náttúrufræðikennslu er mikilvægt að kynna nemendur fyrir þeim vinnubrögðum sem þarf að viðhafa við tilraunir og kenna þeim að draga ályktanir, leita lausna og skýringa (Aðalnámskrá grunnskóla, 2007).

Hópvinnubrögð

Það var í upphafi 20. aldar sem John Dewey setti fram kenningar sínar um ágæti hópvinnubragða. Síðan þá hafa margir fræðimenn unnið áfram með kenningarnar og búið til ýmiss konar áætlanir sem styðja við þær (Abrami o.fl., 1995:1).

Hópvinnubrögð fela það í sér að hópur nemenda á að vinna að settu markmiði í sameiningu. Í 2. grein grunnskólalaga er skýrt tekið fram að skólastarf skuli þjálfa hæfni nemenda til samstarfs við aðra og því eru hópvinnubrögð nauðsynlegur hluti af skólastarfi (Menntamálaráðuneytið, 2008).

Ýmis rök má færa fyrir vali á þessari kennsluáðferð. Nemendur skilja oft betur það sem félagar þeirra útskýra fyrir þeim en ef kennari segir það, þar sem málið sem nemendur nota sín á milli getur verið öðruvísi en mál kennara. Þar með ætti hópavinna, þar sem hvatt er til umræðna milli nemenda, að stuðla að auknum og bættum skilningi á námsefni. Einnig er hópastarf góð þjálfun fyrir framtíðina þar sem flestir þurfa að eiga í margskonar samskiptum við aðra síðar á lífsleiðinni og það er ekki sjálfsagt að það gangi snurðulaust fyrir sig ef einstaklingurinn er aðeins vanur því að vinna einn. Tillitssemi og umburðarlyndi lærist af því að vinna náið með öðrum en einnig getur það aukið áhugahvöt nemenda á viðfangsefni að vinna í hóp. Aðrir nemendur geta smitað frá sér áhuga en einnig er mögulegt að skipta verkinu niður á einstaklinga innan hóps. Líklegt er að þá fái hver nemandi hlutverk sem henti honum betur en önnur og falli því að áhugasviði hans (Ingvar Sigurgeirsson, 1999b: 136-149).

Dæmi um hópvinnuferli er aðferðin *Einn, fleiri, allir...* Í henni felst að nemendur hugsi fyrst um viðfangsefnið hver í sínu lagi. Næst ber lítill hópur nemenda saman bækur sínar og loks eru umræður um viðfangsefnið með öllum hópnum. Með þessum hætti gefst öllum rúm til að mynda sér fyrst sínar eigin skoðanir og byggja svo ofan á þær í samstarfi við hópfélaga sína. Þannig myndast oft fjölbreyttar og spennandi umræður. Við kynningu niðurstaðna í lokin koma því oft fram margar ólíkar hliðar á málum, en þannig læra nemendur mun meira en ella (Ingvar Sigurgeirsson 1999b: 139-140).

Umræðu- og spurnaraðferðir

Í kennslu er mikilvægt að kennari búi yfir góðri spurnartækni og hafi góða æfingu í að stjórna umræðum milli nemenda sinna. Kennari þarf að beita spurningatækni eða öðrum aðferðum til að skapa umræður um viðfangsefnin sem fjallað er um.

Ýmis markmið geta staðið að baki því að kennari vilji skapa umræður um námsefnið, svo sem að nota þær sem kveikjur, vekja forvitni, efla áhuga eða æfa nemendur í skoðanaskiptum. Hlutverk kennara í umræðum getur verið margþætt en hann getur bæði stjórnað umræðum og verið hlutlaus áhorfandi. Sem stjórnandi er mikilvægt að kennari geti dregið sig í hlé til að nemendur fái að kasta á milli sín hugmyndum og hafi tíma til að hugsa. Í umræðum er mikilvægt að umræðusvæði séu skipulögð þannig að nemendur sjái hvern annan og sitji þar af leiðandi í skeifu eða í hring. Hægt er að hafa umræður í umræðuhópum þar sem allt að heill bekkur getur setið og rætt málin. Gott getur verið að skipa fundarstjóra í hópunum sem stjórnar umræðunum og skráir hjá sér helstu niðurstöður. Sé fundarstjóri skipaður er auðveldara fyrir kennara að vera eins og fluga á vegg. Þá er hægt að setja upp umræður þannig að notuð er aðferðin *Einn, fleiri, allir* svo að hver og einn nemandi fái fyrst að velta fyrir sér efninu og mynda sér skoðanir á því áður en hann ræðir um það við samnemendur (Ingvar Sigurgeirsson, 1999b: 92-95 og 139).

Góðar spurnaraðferðir eru mikilvægar þáttur sem kennari þarf að vera vel æfður í og meðvitaður um að nota markvisst. Kennari þarf að miða spurningarnar við þau markmið sem hann vill ná fram með nemendum, hvort sem það er að kveikja áhuga þeirra, forvitni eða einfaldlega að fá þá til að gera sér grein fyrir forhugmyndum sínum. Þá þarf að taka tillit til nemendahópsins, sérstaklega aldurs. Þegar hefja á umræður getur verið gott að byrja á svokallaðri þankahríð til að fá að vita hvað nemendur vita um viðfangsefnið og fá ólíkar hugmyndir eða lausnir. Til að þankahríð gangi sem best þarf kennari að vera búinn að skapa góðan bekkjar- eða hópanda svo að nemendum finnist þeir geta tjáð sig óhikað um málefni (Ingvar Sigurgeirsson, 1999b: 94-95).

„Góðar spurningar eiga að vekja nemendur til umhugsunar og krefjast þess að þeir dragi eigin ályktanir eða tengi nýja þekkingu við það sem þeir vita fyrir.“ (Ingvar Sigurgeirsson, 1996: 24). Kennari þarf því að hafa ígrundað spurningar sínar vel og passa að þær séu í eðlilegu samhengi við hvor aðra. Varast ber að endurtaka spurningar aftur og aftur heldur gefa nemendum frekar tíma til að ígrunda þær spurningar sem bornar hafa verið upp. Auk þess þarf kennari að forðast að svara sinni eigin spurningu. Í stað þess að endurtaka svör nemenda má spyrja: „Hvað er athyglisvert við svarið?“ eða „Hvernig getum við vitað slíkt fyrir víst?“. Ef kennari fer að endurtaka svör nemenda er hætta á að þeir

nemendur hætti að tjá sig og að samnemendur hætti að hlusta þar sem þeir gera ráð fyrir að kennari endurtaki svörin hvort eð er (Ingvar Sigurgeirsson, 1996: 38-45).

Til eru mismunandi tegundir spurninga sem hafa með það að gera hvert markmið kennarans er. Oftast er talað um svokallaðar opnar og lokaðar spurningar. Munurinn milli spurningategundanna er sá að lokaðar spurningar hafa bara eitt rétt svar, til dæmis nafn vísindamanns, nafn fyrirbæris eða skilgreiningu á fyrirbæri. Opnar spurningar geta haft mörg rétt svör. Mismunandi getur verið hvort kennari noti opnar spurningar og biður um rökstuðning fyrir svári eða ekki. Þá eru til aðrar spurningategundir eins og „gervisurningar“ (pseudo-questions) þar sem nemendur eiga í raun að giska á hvað kennarinn er að hugsa auk leiðandi spurninga sem eiga að koma nemendum að fyrirfram ákveðinni niðurstöðu. Sé markmið kennara að kanna þekkingu nemenda gæti hann notað lokuðu spurningarnar en ef hann vill athuga hvaða hugmyndir nemendur hafa um fyrirbæri gætu opnar spurningar hentað betur. Mikilvægast er að kennari gefi nemendum tíma til að svara spurningum en rannsóknir hafa sýnt að kennarar bíða að meðaltali ekki nema eina sekúndu eftir svári. Sé biðtími lengdur í 5 sekúndur eykur það gæði samræðanna og nemendur hafa tíma til að hugsa um það sem þeir eru að segja (Wellington og Osborne, 2010: 24-40).

Tenging við kennslu

Tenging spilsins „Hvernig virkar heimurinn?“ við fræðin

Notkun spilsins

Spilinu er ætlað að ýta undir að nemendur læri náttúrufræði sér til skilnings, með því að sjá, ræða um og upplifa fyrirbæri. Spilið getur nýst kennara til að kanna forhugmyndir nemenda sinna og þannig séð hvað vert er að fara betur í og með hvaða aðferðum. Nemendur byggja ofan á fyrri þekkingu sem hefur skapast, hvort sem er í þeirra eigin umhverfi eða í skóla. Því er mikilvægt að kennarar aðstoði nemendur við að gera sér grein fyrir forhugmyndum sínum og geti þannig leiðrétt þær ef þess þarf.

Efni spilsins er nátengt kennslubókunum *Orka* (Hurd o.fl., 1997), *Kraftur og hreyfing* (Hurd o.fl., 1998) og *Efnisheimurinn* (Hafþór Guðjónsson, 2005) sem er kennsluefni sem notast er við á unglingsstigi grunnskóla og því er spilið hugsað að mestu leyti fyrir það aldursstig. Efnið er einnig nátengt *Auðvitað* bókunum (Helgi Grímsson, 2001a, 2001b, 2002) sem kenndar eru á miðstigi grunnskóla og því mætti leyfa nemendum,

að minnsta kosti í 7. bekk að spreyta sig á því þar sem þeir ættu að þekkja nokkuð til viðfangsefnanna.

Verkefnin í spilinu getur kennari einnig nýtt sem kennsluhugmyndir eða kveikjur í námsefninu. Út frá mörgum verkefnum má framkvæma einfaldar tilraunir til að sýna fram á rétt svör og því er um að gera að nýta sér þennan hugmyndabanka á fleiri vegu.

Í markmiðum grunnskólalaga segir að grunnskóli skuli leitast við að haga störfum sínum í sem fyllstu samræmi við stöðu og þarfir nemenda og stuðla að alhliða þroska, velferð og menntun hvers og eins. Enn fremur að skólastarf eigi að ýta undir frumkvæði og sjálfstæða hugsun nemenda auk þess að þjálfa hæfni þeirra í samvinnu (Menntamálaráðuneytið, 2008). Aðalnámskrá tekur einnig á þessum þáttum en hún segir að fjölbreytni í kennsluháttum og heilbriggt félagslíf sé grunnurinn að góðu skólastarfi. Tekið er fram að þjálfa eigi hæfni nemenda til heilbrigðs samstarfs og samkeppni við aðra (Aðalnámskrá grunnskóla, 2007). Spilið *Hvernig virkar heimurinn?* kemur inn á alla þessi þætti og fellur því vel inn í hugmyndir aðalnámskrár og grunnskólalaga um jákvætt skólastarf.

Spilareglur spilsins *Hvernig virkar heimurinn?* eru aðeins hugmyndir okkar sem má útfæra á annan hátt ef kennara sýnist. Val okkar var að hafa spilið þannig að nemendur séu í liðum sem vinna saman til þess að ýta undir samvinnu og rökræður. Oft er sagt að enginn sé eyland, en það er sú skoðun okkar að nám gerist fyrst og fremst með samvinnu. Í spilareglunum má finna lista yfir þá hluti sem þarf að hafa við höndina þegar spilað er, það er hluti sem fylgja í tilraunakassa og eru almennt ekki í kennslustofum og hluti sem við teljum að eigi að vera til í kennslustofum. Í kennaraleiðbeiningum má finna spilareglurnar auk dæma um svör við verkefnum spilsins. Þess ber þó að geta að ekki er alltaf eitt rétt svar við verkefnunum og hæglega hægt að rökstyðja svörin á fleiri en eina vegu. Þar reynir á kennarann, sem er jafnframt dómari spilsins. Rökstuðningur er mjög mikilvægur til að nemendur sýni fram á skilning á efninu og er það kennara að gera sitt besta í að ýta undir hann. Einnig er það á valdi kennara hversu djúpur rökstuðningurinn þarf að vera. Þannig væri möguleiki að spila spilið í 7. bekk en þá þarf að taka tillit til þess að nemendur hafa ekki farið jafn djúpt í efnið og á unglíngastigi. Við viljum hvetja nemendur til að nota skilning til að leysa verkefni en ekki aðeins minnið. Dýpt skilningsins er hinsvegar eitthvað sem kennari verður að taka afstöðu til.

Kennsluáðferðir og spurningategundir

Aðalmarkmiðin við gerð spilsins voru að hafa það með fjölbreyttum verkefnum en einfalt í uppsetningu og notkun. Fjölbreytnin kemur fram í mismunandi tegundum verkefna sem koma inn á ýmsar kennsluáðferðir.

Verkefnategundirnar sem spilið er byggt á eru tólf talsins. Sum verkefni eru vel þekkt sem spil sem nemendur hafa oft spilað sér til skemmtunar og önnur koma úr kennslubókum. Þannig þekkja nemendur reglur margra flokkanna. Verkefni yta þá undir hve mismunandi nemendur læra og ætti spilið því að vekja áhuga flestra. Þá er einnig hugmynd okkar sú að nemendur dýpki skilning sinn við að spila *Hvernig virkar heimurinn?* þannig að þó að þeir geti svarað spurningu um fyrirbærið geti þeir síðar lent í að þurfa að koma fram með tilraun sem sýnir fyrirbærið eða leika það. Þannig bæta þeir ofan á fyrri þekkingu sína á efninu.

Verkefnategundirnar eru eftirfarandi:

- Talaðu: Nemendur eiga að útskýra hugtak eða fyrirbæri án þess að nota orðið sjálft eða orðhluta þess.
- Leiktu: Nemendur eiga að leika þau hugtök og fyrirbæri sem koma fram í verkefninu án þess að gefa frá sér hljóð.
- Teiknaðu: Nemendur eiga að teikna hugtök og fyrirbæri án þess að skrifa stafi, hugtök eða nota hljóð.
- 7 nei: Nemandi sem dregur spjaldið á að fá liðsfélaga sinn til að giska á orðið sem stendur á verkefninu. Liðsfélagarnir mega spyrja spurninga en aðeins má notast við spurningar þar sem svarið er já eða nei. Fá liðsfélagarnir 7 nei áður en þeir komast að orðinu er spjaldið tapað.
- Tilraunir: Nemendur eiga að gera tilraunir. Mikilvægt er að þeir útskýri það sem þeir sjá með rökstuðningi. Vert er að taka fram að kennari má aðstoða við framkvæmd tilraunar ef nemendum gengur illa. Myndir af uppsetningu tilrauna má finna í kennaraleiðbeiningum. Einnig er ekkert því til fyrirstöðu að nemendur teikni lausn sína.
- Dæmi um tilraunir: Nemendur eiga að gefa dæmi um tilraunir um þau fyrirbæri sem fram koma á verkefnunum og rökstyðja hvernig tilraunin sýnir fyrirbærið.
- Spurningar: Nemendur eiga að svara spurningum en ekki aðeins með svari heldur einnig rökstuðningi fyrir svörum.
- Eyðufyllingar: Nemendur fylla inn þau orð sem þeir telja að passi inn í.
- Rétt og rangt: Nemendur eiga að taka afstöðu til þess hvort að staðhæfingin sé rétt eða röng og færa rök fyrir skoðun sinni.
- Para saman: Nemendur para saman tvö og tvö hugtök og rökstyðja hvernig þau tengjast.

- Hvað passar ekki?: Nemendur útiloka eitt hugtak af þrem og lýsa því hvernig það sker sig frá hinum.
- Textabrot: Nemendur útskýra feitletruðu orðin sem koma fram í textabrotinu.

Hér á eftir er miðað við kennsluaðferðaflokkun Ingvars Sigurgeirssonar til að sýna fram á tengsl verkefnanna við kennsluaðferðir (1999b). Grunnkennsluaðferðin í spilinu er *samvinnunám*. Valið var að setja nemendur í lið við spilaiðkunina til að ýta undir samvinnu enda teljum við að það að vinna að sameiginlegri niðurstöðu sé aðferð sem ýtir undir nám og félagsfærni. Að spila námspil er dæmi um *þjálfunaræfingu* enda er ætlunin að nemendur þjálfist í þeirri hugsun sem einkennir eðlis- og efnafræði. *Verklegar æfingar* eru hluti af spilinu, en visst hlutfall verkefna biður nemendur um að framkvæma eða nefna dæmi um tilraunir sem úrskýra uppgefið fyrirbæri. *Umræðu- og spurnaraðferðir* eiga sinn þátt þar sem lausnir nemenda eiga að vera byggðar á þeim umræðum sem skapast innan liðanna. *Innlifunaraðferðir og tjáning* spila stóra rullu enda geta spilendur lent í því að þurfa að leika, útskýra með orðum eða teikna orð og hugtök sem tengjast efninu. Tjáning kemur einnig fram í því að þeir þurfa í allflestum tilvikum að rökstyðja svör sín munnlega. Spilið byggir á þrautum sem þarf að leysa og eru því *þrautalausnir* dæmi um kennsluaðferðaflokk sem við nýttum okkur. Í flokki *leitaraðferða* eru tilraunir og má sannarlega flokka tilraunirnar sem nemendur eiga að framkvæma undir þann flokk.

Við vinnslu verkefnanna var haft í huga að þau reyndu á skilning en ekki aðeins minni. Í bókinni *Listin að spyrja* eru spurningar flokkaðar í fjögur stig (Ingvar Sigurgeirsson, 1996: 19-20). Fyrsta stigs spurningar eru einfaldar og einræðar en þær snúast um upprifjun á tilteknum staðreyndum, skilgreiningum og reglum. Á öðru stiginu eru einræðuspurningarnar orðnar flóknari en þá er beðið um að nemendur sýni fram á skilning og geti skipulagt þekkingu sína til að mynda svar. Þriðja stigið snýst um einfaldar margræðar spurningar. Túlkun gagna og heimilda í bland við gagnrýna hugsun eru aðalatriðin hér. Á fjórða og efsta stigi spurninga (flóknar, margræðar spurningar) er reynt á frjóa og skapandi hugsun og lausn vandamála. Spurningarnar í spilinu *Hvernig virkar heimurinn?* eru byggðar á öllum þessum fjórum stigum en mismikið eftir verkefnum. Engar þeirra er hægt að flokka aðeins á fyrsta stiginu þar sem ávallt er beðið um rökstuðning en flestar er hægt að fella undir stig tvö og þrjú. Sem dæmi þessu til stuðnings má skoða spurningaflokkinn dæmi um tilraun. Þar eru nemendur beðnir um að nefna dæmi um tilraun sem útskýrir visst fyrirbæri og rökstyðja hvernig tilraunin útskýrir og sýnir það. Í einni spurningunni eiga nemendur að koma með dæmi um tilraun um ljósbrot. Ekki er algilt að nemendur hafi séð tilraun tengda ljósbroti en viti þeir hvað ljósbrot er reynir á skapandi

hugsun þeirra við að finna tilraun þar sem við getum séð ljósbrot. Þar sem nemendur þurfa að rökstyðja hvernig tilraunin tengist spurningunni er það auðsjáanlegt að þeir þurfa í raun að segja hvað ljósbrot er. Af þessu má ráða að spurningarnar í spilinu reyna á skilning auk grunnþekkingar á námsefninu en ekki að nemendur geti komið með eitt rétt svar án nánari útskýringa.

Í náttúrufræðihluta aðalnámskrár grunnskóla er talað um nemandann sem þekkingarsmið. Hann sé stanslaust að reyna að túlka það sem fyrir augun hans ber og koma þannig reiðu á þá þekkingu sem hefur skapast. Kennari þurfi því að hafa fjölbreytta kennsluhætti til að tryggja að sem flestir geti náð þessu markmiði (Aðalnámskrá grunnskóla, 2007).

Bloom - skilningur en ekki minnisþurningar

Bandaríkjamaðurinn Benjamin Bloom kom fram með flokkunarkerfi fyrir námsmarkmið árið 1956. Þar skipti hann mannlegum hæfileikum í þrjú svið, *þekkingarsvið*, *viðhorfa- og tilfinningasvið* og *leiknisvið*. Innan hvers sviðs eru skilgreind innri markmið sem svo er skipt í þrep eftir flækjustigi. Þar sem höfundar spilsins leggja ríka áherslu á að nemendur noti skilning sinn til að leysa verkefni en ekki aðeins minnið verður fjallað ítarlega um þekkingarsviðið (Ingvar Sigurgeirsson, 1999a: 18-27).

Innan *þekkingarsviðsins* eru minni, skilningur, beiting, greining, nýsköpun og mat.

- Minni: Lögð er áhersla á að muna staðreyndir, hugtök, orð, kenningar og fleira.
- Skilningur: Nemandi getur lagt merkingu í þekkinguna sem hann hefur aflað sér.
- Beiting: Nemandi getur beitt þekkingu, aðferðum eða reglum við þekktar eða óþekktar aðstæður.
- Greining: Gagnrýninni hugsun er beitt á hugmyndir eða fyrirbæri.
- Nýsköpun: Nýjar hugmyndir, lausnir eða tillögur eru settar fram.
- Mat: Er þegar lagt er rökstutt mat á hugmyndir, viðhorf eða upplýsingar.

Ef skoðuð er útfærsla Cangelosi á þekkingarsviði Bloom má sjá að í raun er um tvö stig að ræða. Annað er kunnáttustig þar sem nemendur þurfa einungis að hafa einfalda kunnáttu og þekkingu á ferlum. Hitt stigið kallast skilningsstig en þar þurfa nemendur að hafa skilning á merkingu og beitt þekkingunni. Við höfðum útfærslu Cangelosi á flokkunarkerfi Blooms til hliðsjónar við gerð spilsins þar sem við viljum dýpka þekkinguna. Þannig eru nemendur á skilningsstiginu og þar með komnir dýpra í þekkinguna heldur en ef aðeins er beðið um einfalda kunnáttu þeirra eða minnisatriði (Ingvar Sigurgeirsson, 1999a: 18-27).

Reynsla af notkun spilsins

Þann 2. febrúar 2011 fengum við tækifæri til að prófa spilið með hópi nemenda í 9. bekk Hraunvallaskóla. Náttúrufræðikennarinn valdi sex nemendur af handahófi, tvær stelpur og fjóra stráka, sem voru með okkur í eina lotu eða 80 mínútur. Nemendur voru mjög opnir og spenntir fyrir því að fá að spila og taka þátt í mótun spilsins. Spilareglurnar voru útskýrðar í mjög stuttu máli enda þykir oft betra að vera ekki að fara of djúpt í reglur heldur útskýra bara jafnóðum (Ingvar Sigurgeirsson, 1999b: 81-83). Hópnum var svo skipt í þrjú tveggja manna lið. Nemendur sem voru saman í liði sátu á móti hvor öðrum þannig að ef kæmu upp spurningar þar sem liðsfélaginn mátti ekki sjá svarið væri ekki hægt að svindla. Í fyrsta spilinu höfðum við valið eina spurningu af handahófi úr hverjum flokki til að leyfa nemendum að prófa að spila alla flokkana og svo við sæjum hvort einhver flokkanna væri ekki að virka. Það gekk mjög vel, tók sinn tíma en við vorum mjög ánægðar með niðurstöðurnar og nemendur virtust skilja vel út á hvað spilið gengur. Þá tókum við þau spjöld til hliðar en tókum í staðinn ný og aftur voru það spjöld valin af handahófi, eitt úr hverjum flokk. Sá spilahringur gekk mun hraðar svo við ákváðum í lokin að spila einu sinni enn eftir að þau höfðu átt í smá erfiðleikum með flokkinn 7 nei. Við tókum því tvö spjöld úr hverjum flokki nema þrjú spjöld úr flokknum 7 nei. Prófunin gekk ágætlega og nemendurnir voru mjög ánægðir með flokkinn. Að lokinni prófuninni tókum við tíu mínútna spjall um hvernig þeim fannst spilið, hvaða kosti það hafði og galla. Þeim fannst mörgum erfitt að rökstyðja svör sín en mörg uppgötvuðu að það var í raun það sem hjálpaði þeim í gegnum sum verkefni. Þeim fannst flokkarnir misskemmtilegir og það var greinilegt að þeir flokkar sem þau þekktu fyrir eins og talaðu, leiktu og teiknaðu (byggðir á Actionary, Pictionary og Alias) er eitthvað sem slær alltaf í gegn. Aðrir flokkar eins og tilraunir og dæmi um tilraunir féllu í kramið hjá þeim en þeim fannst flokkurinn textabrot og að fylla í eyðuna erfiðast. Nokkrar tillögur komu um endurbætur á spilinu og þar á meðal var sú hugmynd að gefa stig fyrir rétt svar og annað stig fyrir rökstuðninginn. Að okkar mati er þetta sniðug hugmynd en gengur þó gegn því sem við vildum að spilið gengi út á sem er einmitt að nemendur geti rökstutt svör sín. Það getur þó verið mjög sniðugt ef kennara sýnist svo að breyta spilareglunum þannig. Þá fæst meiri breidd í stigin en eins og spilareglurnar gera ráð fyrir voru stigin kannski ekki ýkja mörg en það fékkst þó skemmtileg dreifing. Þegar kom að því að kveðja spurðu nemendur í sífellu hvort þeir fengju að spila aftur og hvort það fengju ekki fleiri að prófa spilið. Það þykir okkur benda til þess að spilið hafi fallið einkar vel í kramið hjá nemendum.

Lokaorð

Hvernig virkar heimurinn? er spil sem stuðlar að fjölbreytileika í kennsluháttum sem á að henta vel í skólasamfélagi dagsins í dag þar sem fjölbreytileiki nemenda er mikill. Nemendur eiga að hafa ánægju af því að læra um náttúrufræðitengd fyrirbæri í stað þess að kvíða því. Hugtök eru ekki illskiljanleg fyrirbæri þar sem skilgreining þeirra er eins og þula sem lærð er utanbókar heldur ljósmynd í huga þar sem nemendur sjá fyrir sér fyrirbæri. Þegar þessu er náð er nemandi orðinn fær um að tengja saman fyrirbæri og mynda heildstæðan skilning. Reynsla er mjög mikilvæg þar sem að nemendur eiga auðveldara með að koma fyrir sig orðum og sjá fyrirbærin fyrir sér hafi þeir upplifunina að baki. Náttúrufræðikennari eða kennari sem kennir fagið ber ábyrgð á því að kenna nemendum sínum tungumál náttúrufræðinnar og gera það skiljanlegt fyrir nemendum sínum rétt eins og dönskukennarinn þarf að gera. Hugtök og fyrirbæri sem tengjast hversdagsleikanum hafa mörg hver aðra merkingu í eðlis- og efnafræði og þar af leiðandi eiga nemendur erfitt með að skilja þau. Með góðum ábendingum og skýringum getur kennari auðveldlega komið í veg fyrir að nemendur rugli tungumáli hversdagsleikans og fræðanna saman.

Kennari á oft erfitt með að sinna hverjum og einum nemanda. Auk þess er fjölbreytileiki nemenda mikill hvað varðar námsgetu, námsaðferðir og bakgrunn. Til að koma til móts við það er mikilvægt fyrir kennara að beita fjölbreyttum kennsluáðferðum. Kennari þarf að búa nemendur undir samfélag nútímans sem einkennist af lýðræðislegum vinnubrögðum. Til þess eru hópvinnumbrögð mikilvæg. Nemendur þurfa að læra að vinna saman, skiptast á skoðunum, virða skoðanir annarra og fá að kynnast fjölbreytileikanum sem býr í nemendahópnum. Þá er einnig mikilvægt að nemendur fái tækifæri til að æfa sig í að rökstyðja mál sitt og kunni að beita gagnrýnni hugsun. Með góðum umræðu- og spurnaraðferðum ýtir kennari undir það að nemendur hugsi á gagnrýnninn hátt, út fyrir kassann og velti fyrir sér forhugmyndum sínum. Nemandi sem fær að taka þátt í umræðum, stjórna þeim eða bara vera þátttakandi er líklegri til að koma vel undirbúinn út í samfélagið. Þó að hér sé mest talað um náttúrufræðina eiga þessir punktar jafnt við önnur fög en að læra að skapa sér skilning í einu fagi getur smitað yfir í annað fag. Nemandi sem þykir til dæmis gott að læra með leikjum í einu fagi er vís til þess að nota aðferðina til að læra í öðru fagi.

Spilið kemur inn á alla þessa þætti með því að hafa mjög fjölbreytt verkefni auk þess sem nemendur þurfa að beita skilningi sínum á efninu þegar verkefni eru leyst en ekki bara nefna rétt svar, rökstuðningurinn er ekki síður mikilvægur. Án rökstuðnings getur nemandi lært hlut utanbókar án þess að skilja til hlýtar og það er ekki markmiðið. *Hvernig*

virkar heimurinn? hefur það að markmiði að nemandi geti með rökstuðningi sýnt fram á kunnáttu á viðfangsefni. Þannig getur rökstuðningur verið mjög misjafn og „rétt svar“ verður teygjanlegt hugtak sem kennari verður að taka afstöðu til. Kennaraleiðbeiningarnar endurspeglar það enda er þar að finna dæmi um svör. Kennari verður einnig að taka tillit til þess nemendahóps sem spilar, bæði aldurs og forþekkingu. Þannig getur kennari krafist misjafns rökstuðnings frá nemendum eftir því í hvaða efni þeir hafa farið. Nemendur í 7. bekk gætu haft gaman af spilinu en kennari verður þá að hafa í huga að þekking þeirra er ekki jafnmikil og á unglिंगastiginu og rökstuðningur verður í samræmi við það.

Vilji kennari nýta spilið sem kennsluhugmyndir er það sjálfsagt og það getur verið gaman að taka út flokka og nýta sérstaklega eins og tilraunirnar og dæmi um tilraunir. Þannig væri hægt að nota tilraunirnar til að setja upp stöðvar í kennslu þar sem nemendur framkvæma þær tilraunir sem koma fram á spjöldunum. Eins gætu nemendur haft gaman af því í lok kennslustundar að spila flokkana talaðu, leiktu og teiknaðu þar sem þeir hafa mest skemmtanagildi (að sögn nemenda sem prófuðu spilið).

Við völdum að hafa spjöldin í nokkrum mismunandi litum, gulum, bláum, rauðum, grænum og appelsínugulum. Þar með er ekki hægt að vita hvaða flokkar beri hvaða lit heldur er tilviljanakennt hvernig verkefnið raðast á litina. Hugsunin með þeim gjörningi var að nemendur lærðu ekki utanbókar hvaða flokkar væru á bakvið hvorn lit og gætu þannig valið sér verkefni. Hending ræður því hvaða verkefni nemendur koma til með að leysa en það gaf góða raun í prófuninni.

Leikir og spil er eitthvað sem allir hafa gaman að. Þau eru nýtt við ýmis tækifæri, hvort sem það er til skemmtunar eða náms. Öll spil búa yfir þeim eiginleika að kenna okkur reglur, einhverja formfestu og í flestum tilfellum samskipti. Þessir þættir eru mikilvægir til blands við skólustarf. Góð námsspil hafa þá einnig þann eiginleika að þau notast bæði við skemmtun og við að búa til þekkingu auk þess að þau má yfirfæra auðveldlega milli námsgreina. Leikir eru kennsluaðferð sem er vanmetin að okkar mati sem og fjölbreytni í kennsluháttum. Það vill verða svo að kennarar festist í því sem þeim gengur vel að nýta og því verða þær aðferðir oft ofnotaðar. Þá getur fjölbreytni í aðferðum ýtt undir það að endurtekning á viðfangsefnum komi fram sem við teljum gott fyrir nemendur því aldrei er góð vísa of oft kveðin. Það er því von okkar að spilið nýtist í grunnskólum landsins og það muni hjálpa nemendum að skilja hvernig heimurinn virkar.

Heimildir

Abrami, P.C., Chambers, B., Poulsen, C., De Simone, C., d'Appolonia, S. og Howden, J. (1995). *Classroom connections. Understanding and using cooperative learning*. Toronto: Harcourt Brace.

Aðalnámskrá grunnskóla. Náttúrufræði og umhverfismennt. (2007). Reykjavík: Menntamálaráðuneytið. Sótt 17.02.2011 af <http://www.menntamalaraduneyti.is/utgefid-efni/namskrar//nr/3953>

Anna Jeppesen og Ása Helga Ragnarsdóttir. 2006. *Leiklist í kennslu. Handbók fyrir kennara* (2. útgáfa). Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Hafþór Guðjónsson (1991). Raungreinar – til hvers?. *Ný Menntamál*, 2. tbl., 9. árg., 14-22.

Hafþór Guðjónsson (1993). *Hugtakanám og hugtakakennsla í efnafræði*. Fjölrit. Sótt þann 24.01.2011 af http://mennta.hi.is/vefir/grunnsk/nattvis_og_umhv/lesefni.htm.

Hafþór Guðjónsson. (2005). *Efnisheimurinn*. Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Hafþór Guðjónsson. (2008, 30.12). *PISA, læsi og náttúrufræðimenntun*. Sótt þann 15.01.2011 af <http://netla.khi.is/greinar/2008/015/index.htm>.

Helgi Grímsson. (2001a). *Auðvitað 1*. Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Helgi Grímsson. (2001b). *Auðvitað 2*. Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Helgi Grímsson. (2002). *Auðvitað 3*. Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Hurd, D. , Johnson, S. M., Matthias, G.F., McLaughlin, C. W. Snyder, E.B., Wright, J.D. (1997). *Orka* (Hálfðan Ómar Hálfðanarson þýddi og staðfærði). Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Hurd, D. , Johnson, S. M., Matthias, G.F., McLaughlin, C. W. Snyder, E.B., Wright, J.D. (1998). *Kraftur og hreyfing* (Hálfðan Ómar Hálfðanarson þýddi og staðfærði). Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Ingvar Sigurgeirsson. (1996). *Listin að spyrja*. Reykjavík: Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands.

- Ingvar Sigurgeirsson. (1999a). *Að mörgu er að hyggja*. Reykjavík: Æskan.
- Ingvar Sigurgeirsson. (1999b). *Litróf kennsluáðferðanna*. Reykjavík: Æskan.
- Menntamálaráðuneytið. (2008). *Lög um grunnskóla*. Sótt þann 22. janúar 2011 af <http://www.nymenntastefna.is/grunnskolar/log/>.
- Mörður Árnason (ritstjóri). (2007). *Íslensk orðabók* (4. útgáfa). Reykjavík: Edda útgáfa.
- Piaget, J. (1951). *Play, dreams and imitation in childhood*. London: Routledge & Kegan Paul LTD.
- Robertson, W.C. (2002a). *Energy*. Virginia: National science teachers association.
- Robertson, W.C. (2002b). *Force and motion*. Virginia: National science teachers association.
- Robertson, W.C. (2003a). *Light*. Virginia: National science teachers association.
- Robertson, W.C. (2003b). *Sound*. Virginia: National science teachers association.
- Robertson, W.C. (2005a). *Air, water, and weather*. Virginia: National science teachers association.
- Robertson, W.C. (2005b). *Electricity and magnetism*. Virginia: National science teachers association.
- Santrock, J.W. (1998). *Child development*. New York: McGraw-Hill.
- Stuart, M., Stainthorp, R. og Snowling, M. (2009). *Literacy as a Complex Activity: Deconstructing the Simple View of Reading*. Í J. Soler; F. Fletcher-Campbell og G. Reid (ritstjórar), *Understanding Difficulties in Literacy Development: Issues and Concepts* (bls. 53-66). Los Angeles: SAGE.
- Sugar, S. (1998). *Games that teach; experiential activities for reinforcing training*. San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Valborg Sigurðardóttir. (1991). *Leikur og leikuppeldi*. Reykjavík: Menntamálaráðuneytið.
- Wellington, J. og Osborne J. (2010). *Language and literacy in science education* (3. útgáfa). Buckingham; Philidelphia: Open University.

Williams, L.R. og Fromberg, D.P. (1992). *Encyclopedia of early childhood education*. New York; London: Garland publishing INC.